

The monopole-vortex systems of finite size and the quark confinement in the nonabelian gauge theory

著者	Kamata Masaru
内容記述	Thesis--University of Tsukuba, D.Sc.(A), no. 22, 1979. 3. 24
発行年	1979
URL	http://hdl.handle.net/2241/5839

【6】

氏 名 (本 籍)	かま 鎌	た 田	まさる 勝 (東京都)
学 位 の 種 類	理	学	博 士
学 位 記 番 号	博	甲	第 22 号
学 位 授 与 年 月 日	昭和54年 3 月24日		
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 5 条第 1 項該当		
審 査 研 究 科	物理学研究科 物理学専攻		
学 位 論 文 題 目	The Monopole-Vortex Systems of Finite Size and the Quark Confinement in the Nonabelian Gauge Theory (非可換ゲージ場の有限長の単極子一過系系の解とコークの閉じ込め)		
主 査	筑波大学教授	理学博士	宮 本 米 二
副 査	筑波大学教授	理学博士	亀 淵 迪
副 査	筑波大学教授	理学博士	原 康 夫
副 査	筑波大学教授	理学博士	岩 崎 洋 一

論 文 の 要 旨

高エネルギー物理の実験から素粒子がコークから成立つことを示す数多くの事実が指摘されている。にもかかわらず、コークが発見されないのは、何かの原因でコークが素粒子内に閉じ込められているためと考えられている。此のコークの閉じ込めは高エネルギー物理の一つの重要な課題である。此のように閉じ込められるのは、コークに“色電荷”があり、その間に強い力が作用し、その力が特に強いのは一つの“色”から出た力線がtube状になって他の“色”に集中的に吸込まれると云う説がある。そのようなモデルの一つに超伝導体の磁氣的渦糸に類推を求める Nielsen-Olesen 及び南部の解がある。まわりの超伝導電流により磁力線をtube状にして両端のコークを強く結び合わせようと云う考えである。しかし、此れらの解に、なお欠点があり、数学的に満足なものではない。Nielsen-Olesen の解は無限長であり、又南部はディラックの monopole 理論を借用している。これを解決するには、有限長の磁氣的渦糸を与える超伝導電流を、そのまわりにどのように分布させねばならぬかと云う問題に解答しなければならぬ。著者はこの点について、適当な singular unitary matrix U を導入することにより明快に解決した。無限遠方の境界条件として三つの Higgs スカラー場を $U(\lambda^1/2)U^{-1}$, $U(\lambda^4/2)U^{-1}$, $U(\lambda^6/2)U^{-1}$ とおくことにより、此のスカラー場が所要の超伝導電流を与え、有限長の磁氣的渦糸が得られ、又ユニタリー変換を行うと、丁度南部のディラックの monopole 理論を用いた解を再現することを示した。現実のコークは三種類の“色電荷”

を持っていると信ぜられているので、unitary matrixとして、 $SU(3)$ 群のunitary matrixをとらねばならぬ。従って $SU(3)$ 群（非可換）ゲージ場の“有限長の磁氣的渦糸”解を求めたことになる。Nielsen-Olesenの $SU(2)$ 群無限長解、南部の $U(1)$ 群の有限長の解に対して、著者は、現実にはコークの閉じ込めに必要な解を求めたことになる。 $SU(3)$ 群のrankが2であることに対応して、二種類の“磁氣的渦糸”が存在し、此によりコークが閉じ込められることを示した。磁気渦糸のエネルギーは長さに比例する。単独のコークは無限遠迄延びた渦糸を伴っているので、エネルギーが無限大になり不安定になり、又中間子のように渦糸がコークから出て、反コークに入る場合の方が、かえって安定になることが示された。核子に対応するY型、 Δ 型の解も求められた。此の理論は、他の理論では導けない双対共鳴模型が容易に導けることを示した。ここに磁氣的渦糸によるコークの閉じ込めの問題は理論的には完全に検討された。

審 査 の 要 旨

Higgs スカラー場の無限遠方の境界条件を適当におくことにより、 $SU(3)$ ゲージ場の有限長の磁気渦糸解が求められた。此はNielsen-Olesen、南部の解の数学的精密化である。此の解により、コーク間にtube状に力線が集中するため強い力が働き、コークの閉じ込めが可能となり、単独のコークは不安定になることが示された。ここではコークを“色無し”状態に閉じ込めることを示したに止り、広く信ぜられている、コークを $SU(3)$ singlet 状態に閉じ込めたのではないが、その違いは実験的に判定される可能性がある。

有限長の解を見出したことにより、始めて磁気渦糸によるコークの閉じ込めの議論が可能となり、素粒子物理学の発展に寄与したと思われる。

よって、著者は理学博士の学位を受けるのに十分な資格があるものと認める。